

Hybrid drive has external stimulator for electromagnetic converter rotated by thermal power machine w.r.t internal armature attached to drive shaft of machine or vehicle

Patent number: DE10006743
Publication date: 2000-10-12
Inventor: STROBEL MARTIN (DE)
Applicant: STROBEL MARTIN (DE)
Classification:
 - international: B60K6/02
 - european: B60K6/04B2; B60K6/04B4; B60K6/04B14; B60K6/04H4; B60K6/04T4C
Application number: DE20001006743 20000215
Priority number(s): DE20001006743 20000215; DE19992002517U 19990215

Report a data error here

Abstract of DE10006743

The hybrid drive has an external stimulator (3) for an electromagnetic converter that is rotated by a thermal power machine (1) w.r.t the internal armature (4) attached to the drive shaft of a machine or of a vehicle. An electronic control unit controls the polarity of the converter so that it acts as a generator and charges an electrical storage device if the external stimulator is turning faster than the armature.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 06 743 A 1**

⑤① Int. Cl.7:
B 60 K 6/02

②① Aktenzeichen: 100 06 743.3
②② Anmeldetag: 15. 2. 2000
④③ Offenlegungstag: 12. 10. 2000

⑥⑥ Innere Priorität:
299 02 517.9 15. 02. 1999

⑦① Anmelder:
Strobel, Martin, Dipl.-Designer, 64823
Groß-Umstadt, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Hybridantrieb

DE 100 06 743 A 1

DE 100 06 743 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen leistungsverzweigenden Hybridantrieb, bei dem der außenliegende Erreger gegen den innenliegenden Anker eines elektromechanischen Wandlers von einer Wärmekraftmaschine verdreht wird. Falls der Erreger schneller als der Anker dreht, arbeitet der elektromechanische Wandler induktiv und lädt einen Speicher auf, der wieder Energie abgibt, wenn der Anker schneller als der Erreger dreht.

Stand der Technik und Aufgabenstellung

Man unterscheidet bislang serielle und parallele Fahrzeughybridantriebe, die Verbrennungsmotoren und E-Motoren kombinieren, darunter teilweise auch elektromechanische Wandler, die sowohl motorisch wie beim Bremsen generatorisch arbeiten. Bei diesen Hybridantrieben sind die Erreger der E-Motoren feststehend installiert. Die Erfindung stellt nun eine kombinierte parallel-serielle Form vor. "Serielle" Antriebe, die vor allem als dieselelektrische Schwerlastantriebe gebräuchlich sind und dort große Robustheit beweisen, nutzen für den Radantrieb elektromechanische Wandler, und nur bei "parallelen" Antrieben, deren Anwendung für PKWs derzeit diskutiert werden, besteht eine mechanische Anbindung an die Verbrennungsmaschine, zu der der Elektroantrieb zuschaltbar ist. Bei parallelen Einwellenantrieben ist die Ankerwelle in Flucht mit der Welle des Verbrennungsmotors installiert, die Kupplung dazwischen, um einen separaten elektromotorischen Betrieb des Fahrzeuges zu ermöglichen. Ähnlich, mit koaxial montierten Ankern, arbeiten neuartige Anlasser/Generator-Aggregate, die zudem Wellenschwingungen dämpfen, die anderen Nebenggregate bedarfsangepaßt elektrisch antreiben und eine automatisierte Motorab- und Anschaltung bei Stillständen leisten. Mit neuen Bordnetzen von 42 V werden sie bereits regenerativ das Bremsen wie Retarder und motorisch Beschleunigungen unterstützen können. Eine weitere Variante paralleler Hybridantriebe sind leistungsverzweigende Zweiwellenantriebe, bei denen zunächst elektromechanische Wandler den Getriebestrang antreiben, dem die Verbrennungsmotoren über Kupplungen mit konstanten Übersetzungen anschließbar sind. Bei diesen Antrieben soll der elektromechanische Wandler bei geringem Leistungsbedarf des Fahrzeuges generativ arbeiten; die Überschussenergie wird in diesen Phasen gepuffert. Geringe Geschwindigkeiten werden rein elektromotorisch gefahren. Die Zielsetzung ist die weitgehende Vermeidung des Teillastbetriebs des Verbrennungsmotors. Häufig sind gleichzeitig ein separater Generator und ein Wandler, der motorisch/generativ arbeitet, installiert. Die nachgeordneten Getriebe müssen extreme Spreizungen aufweisen, die vor allem der Anfahrübersetzung für den E-Motor geschuldet werden. Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 365 der DFG wurde an der TU München ein Konzept mit einem CVT-Unterschlingungsgetriebe entwickelt, dem "i²-Getriebe" mit einer Spreizung von 22,4, bei dem sich die Laufrichtung des Kettentriebes während des Schaltvorganges ändert und der Antrieb daher für einige Zeit in einem synchronen Punkt betrieben wird. Der elektrische Energiewandler ist eine Transversalfußmaschine, die als Motor bei einer Nennleistung von 8 kW 2000 min⁻¹ dreht, einen Wirkungsgrad von 95,7% aufweist und bei 6000 min⁻¹ als Generator 2 kW erbringt; eine kurzzeitige Überlast bis 16 kW Motorleistung ist möglich. Die Abmessungen sind mit nur 8 cm Tiefe und 23 cm Durchmesser sehr kompakt. An der ETH Zürich wurde ein Konzept vorgestellt, das dem Münchner Entwurf entspricht, jedoch zusätzlich ein 48 kg schweres Schwungrad aufweist,

das bei langsamer Fahrt in einem Taktbetrieb von einem Ottomotor mechanisch beschleunigt wird, um so den Teillastanteil gering zu halten. Ein erstes Serienfahrzeug mit Zweiwellenhybridantrieb ist bereits auf dem Markt. Ein weiterer neuartiger, elektromotorischer Antrieb wurde mit Brennstoffzellenfahrzeugen vorgestellt, die mit photovoltaisch erzeugtem Wasserstoff eine regenerative Antriebstechnologie erschließen, derzeit jedoch mit aus Kohlenwasserstoffen reformierten H₂ betrieben werden müßten.

Die Erfindung stellt sich auf dem Hintergrund des Standes der Technik die Aufgabe, einen vorteilhaften Hybridantrieb vorzuschlagen.

Beschreibung

Der erfindungsgemäße Hybridantrieb wird im folgendem an Hand von Zeichnungen erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung: Fig. 1 einen Antrieb mit CVT und mechanischem Differential, Fig. 2 ein Verteilergetriebe mit CVT und elektronischem Differential, Fig. 3 einen Antriebsstrang mit CVT für Allradantrieb, Fig. 4 einen Antrieb mittels einer Gasturbine. Die Neuheit besteht darin, daß sowohl der Anker eines elektromechanischen Wandlers wie auch der Erreger um eine gemeinsame Achse drehbar gelagert sind, also zwei Freiheitsgrade bestehen. Der Erreger wird vom Verbrennungsmotor angetrieben. Der Anker bewegt sich entweder wie im üblichen E-Motor, bei dem sich der Rotor wechselwirkend elektromagnetisch von dem feststehenden Erreger, dem Stator, abstößt, so daß der elektromechanische Wandler als ein additiver Antrieb wirkt und Energie aus einem Speicher benötigt, oder der Anker wird vom schneller drehenden Erreger in einem Schlupfbetrieb mitgeschleppt, wobei ein Strom induziert wird, der den Speicher auflädt. Am Anker ist die Antriebswelle eines konstant übersetzten Achsgetriebes fest. Eine Prozeßsteuerung regelt den elektromechanischen Wandler, der Erreger wird über Schleifkontakte versorgt.

Es wird zunächst ein Zweiwellenantrieb vorgestellt, der eine kontinuierlich variable Übersetzung zwischen dem Abtrieb der Verbrennungsmaschine und dem angetriebenen Erreger herstellt. Fig. 1 zeigt einen entsprechenden Antrieb. Der Verbrennungsmotor (1) treibt über ein CVT-Umschlingungsgetriebe (2) den Erreger (3) des elektromechanischen Wandlers an. Die Regelung des CVT-Getriebes (2) erfolgt durch die CPU. Der Anker (4) des elektrischen Energiewandlers treibt eine Baugruppe aus Stirnrad (5) und Differential (6) an; der Erreger (3) kann mit einer Bemse (7) feststellbar sein, Anker (4) und Erreger (3) können mit einer Lamellenkupplung (8) koppelbar sein. Fig. 2 stellt eine andere Lösung vor. Die Aufgabe des Differentials übernehmen hier zwei voneinander unabhängig regelbare elektromechanische Wandler. Ein zentrales CVT-Getriebe (2) treibt deren Erreger (3a, 3b) an, die Anker (4a, 4b) wirken auf Achsgetriebe (9) mit konstanter Übersetzung ins Langsame, welche als einfache Umlaufgetriebe mit feststehenden Planetenradträgern dargestellt sind. Die Anker (4a) und Erreger (3a, 3b) lassen sich mit Feststellbremsen (10a, 10b bzw. 7) fixieren, die als Band- oder Lamellenbremse ausgeführt sind. Optional können Anker und Erreger mit einer Überbrückungskupplung ähnlich wie in Automatgetrieben ausgerüstet werden. Jede mechanische Kupplung, auch die Anfahrkupplung des CVT-Getriebes, ist allerdings im Prinzip überflüssig, weil die Wandler entkoppeln, sobald sie stromlos geschaltet sind; die (optionalen) Kupplungen bzw. Bremsen dienen hier der Herstellung verschiedener, im folgendem erläuterter Schaltzustände.

Das Beschleunigen des Fahrzeuges erfolgt bei gleichbleibender Drehzahl des Verbrennungsmotors, indem der Ab-

trieb des CVT-Umschlingungsgestriebes verlangsamt wird, womit sich die angreifende Kraft dort erhöht, während gleichzeitig die elektromechanischen Wandler beschleunigt werden. Dies bedeutet, daß entweder die generatorische Induktion vermindert oder der elektromotorische Antrieb beschleunigt wird, wobei ein Umschalten der Wandler von Generator- auf Motorbetrieb während dieses Vorganges erfolgt. Die Beschleunigung des Fahrzeuges ergibt sich aus der Überlagerung der Rotationen.

Ein Verlangsamen des Fahrzeuges kann analog bei gleichbleibender Drehzahl des Verbrennungsmotors erfolgen, indem der Abtrieb des CVT-Getriebes beschleunigt wird, während die elektromechanischen Wandler verlangsamt werden, wozu entweder der elektromotorische Antrieb verlangsamt oder die Induktion verstärkt wird. Im Schubetrieb, sobald also die Masseträgheit das Fahrzeug antreibt, wird der Abtrieb des CVT-Getriebes bis auf Höchstdrehzahl beschleunigt und damit auf einen generatorischen Betrieb umgeschaltet. Mittels der Induktion wird ein Motorbremsmoment simuliert, so daß das Fahrverhalten einen gewohnten Eindruck vermittelt. Der Schubimpuls wird auf diese Weise von der bremsenden Kraftabgabe der Verbrennungsmaschine freigestellt, die dabei nicht gedrosselt zu werden braucht. Die Energierückgewinnung nutzt also sowohl Bremsungen wie träge Verzögerungen; die Induktion wird über den Ladewiderstand auch zum Regeln der Fahrgeschwindigkeit instrumentalisiert.

Das CVT-Getriebe, das die Überlagerung ermöglicht, erlaubt die weitgehend freie Auswahl der Betriebsmodi des elektromechanischen Wandlers als Generator oder Motor. Die üblichen CVT-Getriebe haben eine Spreizung von 5 bis 6, deren Eingangsübersetzung sich beim Antrieb des Getriebes einrichten läßt. Bei einer Drehzahl des Verbrennungsmotors, die dem Bestpunkt entspricht, läßt sich ein hochtouriger Abtrieb erreichen. Hohe Drehzahlen am Abtrieb des Getriebes dienen dazu, die Drehzahldifferenz herzustellen, die zur Induktion erforderlich ist, und werden im Schlupfbetrieb überbrückt, also nie zum Antrieb des Fahrzeuges auf die Achsgetriebe übertragen. Diese gewährleisten mit einer Übersetzung, die höher ist als üblich, eine ausreichende Anfahrübersetzung für den schwächeren E-Motor im Fall eines (hypothetischen) bloßen Elektroantriebs und setzen die addierten Drehzahlen der beiden Motoren herab. Der Umschaltspunkt von Motor- auf Generatormodus bei langsamer Fahrt ergibt sich aus der Drehzahlspreizung des elektromechanischen Wandlers, der Eingangsübersetzung des CVT-Getriebes und dem idealen Betriebsbereich der thermischen Maschine.

Falls die Aufnahmekapazität des elektrischen Speichers im langsamen Fahrbetrieb erschöpft wird, kann der Erreger ggf. mittels einer Bremse (7) fixiert werden, um einen ausschließlich elektromotorischen Antrieb zu ermöglichen, nachdem der Verbrennungsmotor abgeschaltet und ausgefahren ist. Diese Option eines rein elektromotorischen Antriebes würde also die Funktion eines Systemüberlaufes erfüllen. Alternativ ist ein kurzzeitiger Teillastbetrieb denkbar, falls kleine Wandler installiert werden. Ein separater E-Antrieb scheint nicht unbedingt erforderlich, weil bei langsamer Fahrt aufgeladen werden kann, und auf diese Weise der Teillastbetrieb mit seinem hohen spezifischen Kraftstoffverbrauch weitgehend vermieden werden kann. Die so gepufferte Energie wird für Beschleunigungen verbraucht. Bei lange konstantem hohem Tempo wird der elektrische Speicher pulsweise pendelnd ge- und entladen. Ergänzend ist eine Kupplung (8) zwischen Anker und Erreger realisierbar, die ein zeitweises Abschalten des Wandlers ermöglicht. Zum Beschleunigen würde ausgekuppelt und der E-Antrieb zugeschaltet werden. Der induktive Schlupfbetrieb wird al-

erdings einen hohen Anteil am Fahrbetrieb haben müssen, weil die rekuperierte Energie allein nicht genügt, alle Beschleunigungen abzudecken. Auch bei stehendem Fahrzeug kann der Wandler laden. Hierfür ist eine Bremse (10), die gleichzeitig als Parksperre dient, am Anker oder Achsgetriebe installiert, oder eine automatisierte Feststellbremse, die sich auf die Räder zuschaltet; diese Bremse wird auch beim Anlassen betätigt. Der Rückwärtsgang kann konventionell mechanisch realisiert werden, oder aber elektromotorisch bei langsamen Abtrieb des CVT-Getriebes, das auf diese Weise einfacher ausgeführt wird; ggf. wird der Verbrennungsmotor zusätzlich gedrosselt.

Das Antriebssystem wirkt mit zwei seitenabhängig zu regelnden Wandlern als elektronisches Differential. Die Funktion wird ebenfalls durch die CPU geregelt, die permanent Daten verarbeitet, die von Drehmomentsensoren an den CVT-Getrieben und weiteren Sensoren stammen, die Lenkanschlag und Radumdrehungen registrieren, wobei unter anderen die ABS-Sensoren verwendet werden. Da in diesem Fall die Räder mechanisch unabhängig voneinander regelbar sind, sind Sperrdifferentiale und fahrdynamische Steuerungssysteme in die Regiereinheit integrierbar, bei denen sowohl das Beschleunigen wie auch ein Verzögern einzelner Räder möglich ist. In das Regelsystem können ein Gierwinkel- und ein Querschleunigungssensor einbezogen sein, um stabilisierende aktive Fahreingriffe in der Art des ESP zu steuern, die dann jedoch nicht mehr zwangsläufig mit einem Bremseneingriff verbunden sind.

Beim Antrieb einer Achse sind Vorderradantriebe Hinterradantrieben überlegen, weil an den Vorderrädern der Hauptteil der rückgewinnbaren Bremsenergie anfällt. Auch Vierradantriebe, die sich allerdings ebenso mittels unabhängiger Wandler an der Hinterachse gestalten lassen, die motorisch/generativ arbeiten und keine mechanische Anbindung an den Verbrennungsmotor haben, sind mit dem Antriebssystem realisierbar. Sie haben Vorteile: mit einem permanenten Allradantrieb werden eine verbesserte Energierückgewinnung und ein Fahrverhalten erreicht, das weitgehend dem eines Fahrzeuges mit Vierradlenkung entspricht. Fig. 3 zeigt ein solches Allradlayout in Draufsicht und seitlichem Schnitt. Der Verbrennungsmotor (1) ist als ein Zweischeibenwankelmotor dargestellt. Eine der Arbeitskammern (1a) ist mittels der Lamellenkupplung (11) elektronisch gesteuert vom Kraftfluß abtrennbar. Die zentrale Kardanwelle (12) wird vom CVT-Getriebe (2) angetrieben und leitet den Kraftfluß an zwei Verteilergetriebe (13a, b) weiter, die auf die vier Erreger (4a-d) der elektromechanischen Wandler (2, 4a-d) wirken und mit vier Achsgetrieben (9a-d) ausgestattet sind. Die Nebenaggregate des Verbrennungsmotors (1a, b) sind über die Antriebswelle (14) des CVT-Getriebes (2) anschließbar, oder sie werden bedarfsgerecht elektrisch angetrieben, so daß eine Versorgung ohne die sonst beim Keilriemenantrieb entstehenden Verluste aufgrund nicht optimaler Drehzahlen hergestellt wird.

Als elektromechanische Wandler sind langsamlaufende Aggregate gefordert. Für die Auswahl ist die Art der Aufteilung des Antriebs auf einen, zwei, drei oder vier Wandler entscheidend. Bei einer Aufteilung auf mehrere Wandler ist die Kühlung weniger kritisch. Die Wandler müssen kein hohes Anfahrmoment aufbringen, da im Vorwärtsgang das Moment vom Verbrennungsmotor aufgebaut, der angetriebene Erreger bei Beschleunigungen zunächst verlangsamt wird, und im elektromotorischen Rückwärtsgang sowieso ein konstruktionsbedingter Freilauf besteht, während der Wandler Drehmoment entwickelt. Der Wandler muß als Motor nur relativ geringe Leistungen niedertourig selbst erbringen, läuft im Generatormodus aber hochtourig. Die engere Drehzahlspreizung des Wandlers hat eine positive

Rückwirkung auf die Akkus und Umrichter, die im Vergleich zu anderen Hybridantrieben potentiell mit einer geringeren Betriebsspannung arbeiten könnten. Für einen PKW-Antrieb werden also nicht zwingend Drehstromasynchronmotoren eingesetzt werden, die in Elektrofahrzeugen gebräuchlich sind, weil sie sich über einen weiten Drehzahlbereich hinweg für Direktantriebe eignen. Möglicherweise wird aufgrund der sehr niedrigen Drehzahlen sogar ein Gleichstrombetrieb vorteilhaft sein. Permanenterrregte Synchronmotoren, bspw. Transversalfußmaschinen mit permeablen Magneten im Anker, erscheinen wegen der geringeren Drehzahl, ihrer guten Regelungsfähigkeit und hohen Wirkungsgrades geeignet. Die Verwendbarkeit von Wandlern mit Dauermagneten im Erreger ist zu prüfen; sie hätte Vorteile. Bei Fortschritten in dieser Technologie könnten ggf. auch ringförmige piezoelektrische Ultraschallwandlerwellenmotoren anwendbar werden, die bislang ungeeignet sind.

Da der elektrische Speicher nur eine Pufferfunktion im System hat, genügt ein wesentlich kleinerer, somit leichter (z. B. NiMH-) Akkumulator mit niedrigerer Batteriespannung, der keine Aufladung im Stand benötigt. Der Puffer muß schnelle Be- und Entladewechsel leisten, jedoch keinen großen Energiespeicher vorhalten, so daß bei Fortschritten in dieser Technologie Superkondensatoren oder aber leichte elektromechanische Schwungradspeicher in Betracht kommen, die zum Laden bzw. Entladen motorisch oder generativ arbeiten. Im letzterem Fall bliebe ein chemischer Akku als Starterbatterie erforderlich und würde so ausgelegt sein, daß überschüssige Reserven eingespeist werden können. Die Speichermedien können weiterhin durch eine thermovoltaiische Anlage unterstützt werden, die die Abwärme der Kraftmaschine mittels Photozellen elektrisch umsetzt und so die Energieverluste weiter minimiert.

Als Verbrennungsmotoren sind aufgrund des additiven Antriebs nur kleinvolumige Motoren erforderlich, bspw. Dreizylinderreihen-, Zweizylinderboxer- oder Einzylinderhubkolbenmotoren. Das System ermöglicht es, Antriebe zu modulieren, die nicht gleichermaßen regelbar sind wie übliche Motoren und begünstigt so die Verwendung von aufgeladenen Kleinstmaschinen. Gut geeignet, auch für einen kompakten Einbau, sind Wankelmotoren, so bspw. ein Industriemotor, der als ein Vielstoffmotor Dieselkraftstoff verbrennt, welcher mittels Zündkerzen gezündet wird. Mit Aufladung entwickelt er eine Literleistung von 91 kW, als Saugmotor 61 kW bei jeweils 6000 min⁻¹. Im Gegensatz zum Wankelbenziner liegt der spezifische Verbrauch hier geringer als beim Hubkolbenpendant, weil bei dieser Maschine prinzipbedingt eine Verbrennung mit günstiger Schichtladung bei niedriger Verbrennungstemperatur entsteht, die kälter ist als bei selbstzündenden Hubkolbendieseln. Die Brennraumgeometrie erweist sich insofern als geeigneter für einen Betrieb mit Dieselöl und Doppelfremdzündung als für den Benzinbetrieb. Der Motor hat relativ zu Turbo-Dieseleinspritzern eine etwa doppelte Literleistung bei gleichzeitig halbem Gewicht und einem geringen Kühlbedarf. Entsprechende Vielstoffwankelmotoren eignen sich auch für den Betrieb mit Erdgas (CNG, LNG) und Wasserstoff. Sie sind mechanisch einfach aus wenigen Teilen aufgebaut und daher rationell herstellbar.

Bei einer Verwendung von Wankelmotoren wird es möglich, Mehrscheibenmotoren zu bauen, bei denen sich Arbeitskammern zuschalten lassen. Im Gegensatz zu Hubkolbenmotoren mit Zylinderabschaltungen, bei denen die Nockenwellen hydraulisch entkoppelt werden, laufen die inaktiven Kolben nicht leer mit. Hierzu lassen sich Trennkupplungen zwischen den Arbeitskammern anordnen, oder, wie es Fig. 3 zeigt, außerhalb des Motorblockes Lamellenkupplungen (11) installieren, die als Überbrückungskupplungen

Hohlwellen und in diesen Hohlwellen geführte Wellen miteinander koppeln, wobei die innen verlaufende Welle (16) die Hauptwelle der anzukoppelnden Arbeitskammer (1b) ist, und die Hohlwelle (15) die Hauptwelle der anderen, ständig arbeitenden Kammer (1a). Die Kammern könnten sogar unterschiedliche Volumina aufweisen. So kann das System in einer Weise ausgelegt werden, die einen zur Minderung des Teillastanteils separierbaren elektromotorischen Betrieb bei geringen Geschwindigkeiten nicht mehr erforderlich macht. Allgemein lassen sich mit Parallelhybridantrieben sehr gute Beschleunigungen erzielen – und mit dem vorgeschlagenen System im besonderen –, so daß eine Brennraumabsenkung plausibel ist, die allerdings, falls das Volumen konsequent beschnitten wird, eine nur noch sehr geringe Endgeschwindigkeit erlauben würde. Deshalb sind Antriebe dieser Bauart für Zylinderabschaltungen prädestiniert, doch lassen sich die bei Zwei-, Drei- oder Vierzylinderhubkolbenmaschinen aufgrund der Unwuchten nicht realisieren.

Als thermische Maschine kommen außerdem Gasentspannungsmotoren mit externem Druckaufbau in Betracht. Pneumatische PKW-Antriebe sind von Guy Negré bereits mit Druckluft realisiert worden, wobei die Leistungen und Reichweiten in etwa denen heutiger Elektroautos entsprechen sollen. Ebenso sind reaktiv generierte Gase als Antriebsmedium geeignet; insbesondere Wasserstoffperoxid (H₂O₂) soll als Treibstoff vorgeschlagen werden. Anwendungen von ausgasendem Wasserstoffperoxid sind als Torpedoantrieb und für Strahltriebwerke in der Luft- und Raumfahrt bekannt.

H₂O₂ ist eine metastabile Verbindung, die durch Katalyse unter Wärmeentwicklung zu reinem Sauerstoff und Wasserdampf zerfällt Und dabei eine Volumenvergrößerung um einen Faktor > 6000 erfährt (2H₂O₂ → 2H₂O + O₂ + 196.2 kJ; Ausgangsdichte 1,448 g/cm³).

Wasserstoffperoxid ist ziemlich viskos und kann drucklos in Wasser gelöst in Polyäthylen- oder Aluminiumtanks gestaut werden. Als Treibstoff eignen sich wässrige Lösungen, die, mit Frostschutz und Inhibitoren ausgestattet, nicht explosiv und dünnflüssiger sind. Als Katalysatoren sind Natriumpermanganat, Alkalien, Mangandioxid, Metallionen wie Fe³⁺, Cu²⁺ und Jodide für die homogene Katalyse technisch geeignet. Weiterhin sollte auch die Option einer elektrisch induzierten, dann heterogenen, Katalyse geprüft werden. Die Gewinnung von Wasserstoffperoxid ist ökologisch vertäglich einzurichten. Deshalb wird ein Herstellungspfad vorgeschlagen, der über die Dehydrierung von Wasser und nicht, wie die gebräuchlicheren und neueren Anthrachinon- bzw. Isopropanol-Verfahren, über die Hydrierung von Sauerstoff führt. Der Vorteil liegt darin, daß H₂O₂ dann aus einer Hydrolyse von Peroxodischwefelsäure (H₂S₂O₈) mit Wasserdampf gewonnen wird, so daß der Abdampf von thermischen Elektrizitätskraftwerken genutzt werden könnte. Bei einer großtechnischen Produktion von H₂O₂ würde dessen Herstellung somit zur Kraftwerkskühlung instrumentalisiert. Als Alternative ist bei diesem Verfahren auch eine geothermische Gewinnung realisierbar, bei der Wasser in heißen Gesteinen zur Dampferzeugung verpreßt wird. Bei der Hydrolyse wird reine Schwefelsäure freigesetzt. Die Peroxidischwefelsäure wird entweder direkt wieder aus dieser Schwefelsäure mittels der Elektrizität des thermischen Kraftwerkes elektrolisiert, oder sie kann alternativ aus einer Elektrolyse von Kalium- oder Ammoniumsulfatlösungen gewonnen werden. Die bei der Hydrolyse freigesetzte Schwefelsäure wird also entweder direkt oder über die zerfallenden Sulfatlösungen im Kreislauf verlustfrei rückgeführt. Eine regenerative photovoltaische oder wasserkraftgestützte, rückstandsfreie Gewinnung von H₂O₂

ist demnach möglich. Vorbehaltlich einer exakten Ökobilanzierung und Effizienzbetrachtung stellt dieses Antriebsmedium hypothetisch eine Alternative zu einem Betrieb mit kryogenen oder aber im Fahrzeug aus Kohlenwasserstoffen reformierten LH_2 dar, weil wässrige H_2O_2 Lösungen im Gegensatz zu Flüssigwasserstoff nicht explosiv und unproblematisch z. B. in PE-Wasserleitungen oder Pipelines transportierbar sind, wodurch sich auch die Bereitstellung wesentlich vereinfacht.

Dem Gasentspannungsmotor wird, sofern erforderlich, ein Druckgefäß vorgelagert. Neben Kolbenmaschinen, also konventionellen Dampfmaschinen, kommen Motoren in Betracht, die Verdichtern entsprechen, bei denen Einlaß- und Auslaßventile vertauscht angeordnet sind, bspw. Rootsverdichter oder Drehkolbenmaschinen nach dem Wankelverdichterprinzip. Im Fall des Wankelverdichters kann durch einen mehrscheibigen Aufbau der Maschine ein kaskadenartiges Entspannen realisiert werden in der Weise, daß in der nachfolgenden Arbeitskammer die in einer ersten Arbeitskammer vorentspannten Gase weiter expandieren. Die Drehkolben können hierzu unterschiedlich abgestuft übersetzt auf die Antriebswelle angreifen, so daß ein Rückstau die Rotation verlangsamt. Die Laufflächen und Kolben können aus Sinterkeramik gefertigt werden, falls sich das Antriebsmedium als zu stark oxidierend erweist; Strahltriebwerke für Wasserstoffperoxid werden jedoch aus Stahl hergestellt.

Neben dem Gasexpansionsantrieb allein durch H_2O_2 werden Antriebe mit zwei Treibstoffkomponenten vorgeschlagen, d. h. es wird eine zusätzliche Einspritzung von Kohlenwasserstoffen bei Drehkolbenexpandern oder Kolbenmaschinen projektiert. Der Brennstoff entzündet in der überhitzten Atmosphäre an dem chemisch reinen Sauerstoff, ähnlich wie in jenen Flüssigtreibstoffraketenantrieben, die H_2O_2 als oxidizer verwenden. Außer einer externen Verbrennung kann eine direkte Injektion in eine expandierende Arbeitskammer erfolgen; dies ohne Verdichtertakt oder nach dem Verdichtertakt, weil der Gasgenerator bereits Arbeitsdruck aufbaut. Der hohe Anteil von freiem O_2 im Brennraum verspricht eine ideale Verbrennung und ersetzt die Turboaufladung. Die Kohlenwasserstoffinjektion könnte gegebenenfalls so erfolgen, daß sie in einer externen Brennkammer gleichzeitig eine heterogene Katalyse des Wasserstoffperoxids bewirkt, sonst muß hinter dem Gasgenerator eingespritzt werden. Bei einer Einspritzung von Dieselöl ist aufgrund des Dampfanteils ein partikel- und stickoxidmindernder Effekt wie bei einem Motorbetrieb mit Dieselölemulsion zu erwarten. Das Abgas kann, falls das Fahrzeug zuviel Dampf emittiert, kondensiert und dabei nach dem Prinzip der Dampfstrahlkältemaschine zur Motorkühlung genutzt werden. So wird auch der Luftwiderstand optimiert, weil die Durchströmung des üblichen Kühlers entfällt. Außerdem läßt sich durch die Abscheidung von Schwebstoffen aus dem Kondensat ein Partikelfilter herstellen.

Auch der Einsatz von Turbinen mit Wellenleistung wird mit dem Antriebssystem realisierbar. Im allgemeinen sind turboelektrische Antriebe, die heute z. B. bei Schiffen oder Lokomotiven verwendet werden, wegen des hochtourigen Turbinenabtriebs serielle Hybride. Aufgrund des zusätzlichen Freiheitsgrades kann ein Wandler mit angetriebenem Erreger jedoch die hohen Drehzahlen im Schlupf generativ überbrücken. Die Turbinen werden dem jeweiligen Leistungsbedarf des Fahrzeugs und Ladezustand des Speichers entsprechend pulsweise pendelnd angetrieben, die Steuerung erfolgt durch die CPU. Zwischen Turbine und elektrischem Wandler kann, abweichend von der ebenfalls möglichen Konfiguration mit einem CVT-Getriebe, eine konstante Übersetzung bestehen, bei der der angetriebene Erreger als

Schwunghasse dient, bzw. an einem Schwungrad fest ist. Geeignete Turbinen sind im Fall des Betriebs nur mittels ausgasendem Wasserstoffperoxid Dampfturbinen, im Fall des reinen Kohlenwasserstoffbetriebs bekannte Gasturbinen mit Vorverdichtung und Einspritzung in die Turbine, und im Fall des kombinierten Betriebs Gasturbinen, bei denen die Vorverdichterstufe allerdings entfällt, weil das Wasserstoffperoxid bereits unter hohem Druck ausgast. Sie sind demnach entsprechend einfacher und kostengünstiger zu gestalten. Alternativ hierzu eignen sich umgekehrte Rootsverdichter (Zweiphasenschraubenmotoren), die für die Nutzung abgashaltigen, heißen Abdampfes aus ihrer Anwendung bei KWK-Kraftwerken bekannt sind. Im Gegensatz zu Hubkolbenmotoren und Turbinen stellen sie keine hohen Ansprüche an die Dampfqualität, können noch Dämpfe mit hohem Wasseranteil effizient expandieren und sind sehr einfach aufgebaut. Der turboelektrische Betrieb kommt vor allem für schwerere Fahrzeuge, also LKWs, in Betracht. Fig. 4 zeigt einen solchen Antrieb mit einer pulsweise gefeuerten Turbine (oder alternativ einem umgekehrten Rootsverdichter). Die Turbine ist mit (17) bezeichnet, der Wasserstoffperoxidtank mit (18), der Dieselöltank mit (19), der Gasgenerator (d. h. der H_2O_2 -Katalysator) mit (20), die Einspritzung mit separater Brennkammer mit (21), die permanente Transmission ins Langsame, hier als Zugmittelgetriebe dargestellt, mit (22) (als Alternative ist ein Flüssiggetriebe denkbar), die Schwunghasse mit (23), die Kältemaschine mit (24). Da eine konstante Übersetzung besteht, ist der elektromechanische Wandler (3, 4) so zu dimensionieren, daß ein separater elektromotorischer Antrieb möglich wird. Sollte der elektromechanische Wandler als alleiniger Drehmomentwandler nicht genügen, muß sein Wellenabtrieb auf einen Getriebeautomaten angreifen. Handelt sich dabei um ein Planetenradgetriebe (25), ersetzt der elektromechanische Wandler, wie hier schematisch dargestellt, den hydrodynamischen Wandler, so daß das Getriebe einfacher auszuführen ist. Ein Planetenradgetriebe ist vorteilhaft, weil es sich unter Last schalten läßt. Für schwere Fahrzeuge könnten mechatronisch geschaltete Vorgelegegetriebe verwendet werden, wobei das Auskuppeln während des Schaltvorgangs durch einen erhöhten generatorischen Widerstand des elektromechanischen Wandlers überbrückt wird, um ein Hochdrehen der lastfreien Maschine zu verhindern; zur Not müßte mit der Bremse (7) kurzzeitig abgebremst werden.

Eine entsprechende Konfiguration ist selbstverständlich auch bei einer Verwendung von konventionellen Verbrennungsmotoren erfindungsgemäß. Es bleibt zu überprüfen, ob der elektromechanische Wandler mit angetriebenem Erreger generell als alleiniger variabler Drehmomentwandler ohne weiteres schaltbares Getriebe ausreichen kann. Unter Umständen sind solche Konfigurationen realisierbar, wenn eine Brennraumabschaltung bei der thermischen Maschine vorgesehen wird, die dann eine Art "zweiten Gang" bewirkt. Das System würde damit mechanisch sehr einfach aufgebaut sein; auf das nachgeschaltete Planetenradgetriebe (25) würde verzichtet werden. Das Energiemanagement zur Vermeidung des Teillastbetriebes der Wärmekraftmaschine wäre allerdings voraussichtlich weniger effizient als bei der vorzugsweisen Ausführung mit CVT-angetriebenem Erreger.

Vorteile

Das System vereinigt Eigenschaften des seriellen und parallelen Hybridantriebs. Es besteht zwar eine ständige elektrische Kraftübertragung, gleichzeitig aber treibt die Verbrennungsmaschine den Erreger kraftschlüssig an. Das System vereinigt damit auch die Vorteile beider Hybridan-

triebsarten: ständiger beruhigter Lauf der Wärmekraftmaschine und geringe elektrische Wandlungsverluste.

Bei einer Ausführung mit CVT sind zwei Wandler – ein mechanischer und ein elektromechanischer – hintereinander geschaltet und gewährleisten ein effizientes Energiemanagement der thermischen Maschine. Bei konstanter Leistungsabgabe des Verbrennungsmotors sind die regelbaren Parameter die Drehmomentwandlung beim Antrieb des Erregers, der Betriebsmodus des elektromechanischen Wandlers als Motor oder Generator, die Energiewandlung, die der Wandler durch Leistungsaufnahme oder -abgabe bewirkt. Ferner bleibt eine variable Leistungsabgabe der thermischen Maschine möglich: (optional) ihr Abschalten bei erschöpfter elektrischer Speicheraufnahmekapazität und langsamer Fahrt (oder alternativ ihre Drosselung, falls kein separater elektromotorischer Betrieb vorgesehen wird), außerdem ihr Beschleunigen bei erschöpfter Speicherabgabekapazität. Damit bestehen bessere, gleichzeitige Anpassungsmöglichkeiten an den Leistungsbedarf des Fahrzeugs und den Ladezustand des Speichers als bei anderen ausschließlich parallelen, leistungsverzweigenden Zweiwelleantrieben.

Die elektrische Anlage puffert Energie während Betriebsphasen mit geringem Leistungsbedarf und vermindert gleichzeitig durch die Rückgewinnung von sonst verlorengehender Energie den Leistungsbedarf des Fahrzeuges. Sie ersetzt Trennkupplung, Anlasser, die übliche Lichtmaschine und unterstützt die Bremsanlage. Der effizientere E-Motor deckt die Beschleunigungen mit gepufferter Energie ab und eliminiert Lastwechsel der thermischen Maschine. Im motorischen Betrieb muß immer nur eine geringe Drehzahldifferenz zwischen dem Abtrieb des CVT-Getriebes und dem Wandler bestehen. Elektromechanische Wandler entwickeln bei der Leistungsabgabe ihr Kraftmaximum bereits niedertourig; die Leistungsaufnahme ist hochtourig effizienter. Ein Vorteil dieses Antriebssystems gegenüber anderen Zweiwelleantrieben ist somit, daß die elektrischen Energiewandler im Motormodus nur niedrige Drehzahlen aufbringen müssen, zur Induktion aber dem aktuellen Ladebedarf angepaßt gedreht werden können.

Der Verbrennungsmotor trägt die Grundlast, so daß die Wandler, die die Beschleunigungen leisten, und der Speicher, nach dessen Ladezustand die Betriebsmodi ausgerichtet werden, klein dimensioniert werden können. Das Konzept zielt auf ein rationelles Energiemanagement, bei dem der Teillastanteil gering gehalten wird, nicht auf den lokalen Dualmode-Betrieb, auf den wahrscheinlich verzichtet werden kann, um kleinere Wandler zu verwenden, deren Anfahrmoment für einen separaten elektromotorischen Betrieb nicht genügt. Ihre Verwendung wird ermöglicht, indem die kontinuierlich variable Übersetzung beim Beschleunigen einen Freilauf innerhalb der Relativbewegung erlaubt, bei dem der Impuls erhalten bleibt.

Auch im Vergleich zu rein seriellen Hybridantrieben gleicher Leistung werden die elektrischen Anlage kleiner dimensioniert und die elektrischen Wandlungsverluste somit verringert werden können, weil ein großer Anteil der kinetischen Energie durch den angetriebenen Erreger mechanisch übertragen wird. Der separate Generator wird entfallen.

Der additive, aufgesetzte Elektroantrieb verursacht gleichzeitig mit der Treibstoff einsparung ein dynamisches Beschleunigungsverhalten mit hohem Drehmoment aus allen Geschwindigkeiten heraus, einen Boostereffekt. Deshalb bieten sich eine Verkleinerung des Brennraumes an und, daraus folgend, eine Brennraumabschaltung. Mit dem (Diesel-) Wankelmotor wird diese unproblematisch möglich. Die Abschaltung bedingt einen Mehrstufenbetrieb, der wiederum den Teillastanteil minimiert, da in beiden, bzw. in allen Stufen, möglichst im Bestpunkt gefahren wird. Durch

das Abschalten wird zudem die Systemlimitierung durch die Speicheraufnahmekapazität bei längerer generativer Langsamfahrt weiter ausgedehnt.

Als Zusatznutzen sind bei einer Ausführung des Systems mit vier Einzelradregelungen fahrwerktechnische Verbesserungen erzielbar.

Die hypothetische Option eines wasserstoffperoxidgestützten Antriebs stellt schließlich einen mittelbaren Solarantrieb für Straßenfahrzeuge vor, der durch die Injektion regenerativ gewonnener Kohlenwasserstoffe optimiert werden kann. Das Prinzip ließe sich darüber hinaus auch für direktangetriebene Fahrzeuge nutzen und für Blockheizkraftwerke adaptieren, dort mit konventionellen Generatoren. Eine additive Einspritzung von H_2O_2 könnte zudem den Verbrauch und Stickoxidausstoß von Hubkolbendieselmotoren senken und ist wahrscheinlich auch bei GDI-Motoren vorteilhaft, so daß ein breites Marktpotential für diesen Treibstoff erschließbar wird. Wasserstoffperoxid könnte schließlich ähnlich wie flüssige Kohlenwasserstoffe als Wasserstoffspeicher für Brennstoffzellen dienen. Die grundlegenden Technologien der kombinierten Verbrennung sind aus der Triebstrahltechnik bekannt. Im Vergleich zu wasserstoffgestützten Betriebstechnologien ist die höhere Unfallsicherheit der Energiespeicherung vorteilhaft. Die Speichermedien von LH_2 sind bislang, ganz gleich ob eine $-253^\circ C$ kalte-, Metallhydrid- oder Druckspeicherung oder die Reformierung von fossilen Kohlenwasserstoffen im Fahrzeug betrachtet werden, unbefriedigend, und auch die sonstige Energiespeicherung bei reinen Elektrofahrzeugen ist noch kaum gelöst. So gesehen wird H_2O_2 hier als ein weiteres, für ein Hybridfahrzeug vorteilhaftes Speichermedium der Elektrizität vorgeschlagen.

Patentansprüche

1. Hybridantrieb, **dadurch gekennzeichnet**, daß der außenliegende Erreger (3) eines elektromechanischen Wandlers gegen den innenliegenden Anker (4), der an den Antriebswellen einer Maschine oder eines Fahrzeugs fest ist, von einer thermischen Kraftmaschine (1) verdreht wird.
2. Hybridantrieb nach dem Anspruch 1., **dadurch gekennzeichnet**, daß eine elektronische Steuereinheit (CPU) den elektromechanischen Wandler, dergestalt polt, daß der elektromechanische Wandler als ein Generator wirkt und einen elektrischen Speicher auflädt, wenn der außenliegende Erreger (3) schneller als der innenliegende Anker (4) gedreht wird.
3. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1. und 2., **dadurch gekennzeichnet**, daß eine elektronische Steuereinheit (CPU) den elektromechanischen Wandler dergestalt polt, daß der elektromechanische Wandler als additiver Antrieb wirkt, wobei er dem elektrischen Speicher Energie entnimmt und der Anker (4) schneller als der Erreger (3) dreht.
4. Hybridantrieb nach Anspruch 1. bis 3., **dadurch gekennzeichnet**, daß der Erreger (3) des elektromechanischen Wandlers mit einer feststellbaren Bremse (7) ausgerüstet ist, die eine Lamellen- oder Bandbremse sein kann, und daß mit fixiertem Erreger (3) das Fahrzeug ausschließlich elektromotorisch betrieben wird.
5. Hybridanspruch nach den Ansprüchen 1. bis 3., **dadurch gekennzeichnet**, daß der Anker (4) des elektromechanischen Wandlers mit einer feststellbaren Bremse (10) ausgerüstet ist, die eine Lamellen- oder Bandbremse sein kann, und daß mit fixiertem Anker (4) ein Laden des elektrischen Speichers im Stand des Fahrzeugs erfolgt, und daß diese Bremse (10) auch

beim Anlassen des Verbrennungsmotors (1) betätigt wird, oder daß ersatzweise eine automatisierte Feststellbremse verwendet wird, die sich beim Stand auf die Räder des Fahrzeuges zuschaltet.

6. Hybridantrieb nach Anspruch 1. bis 3., dadurch gekennzeichnet, daß der Erreger (3) mit dem Anker (4) koppelbar ist, wozu Lamellenkupplungen (8) nutzbar sind, und daß bei miteinander gekoppeltem Erreger (3) und Anker (4) ein ausschließlich verbrennungsmotorischer Antrieb des Fahrzeugs erfolgt.

7. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1. bis 3., dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Steuereinheit (CPU) den Anker (4) und den Erreger (3) dergestalt steuert, daß der elektromechanische Wandler situativ als Trennkupplung, Anlasser des Verbrennungsmotors (1) und als generative Bremse nutzbar ist, und daß die Steuereinheit den elektromechanischen Wandler und den Umrichter regelt.

8. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausstattung des Systems mit den Bremsen (7, 10) nach Anspruch 4. und/oder Anspruch 5. und/oder der Kupplung (8) nach Anspruch 6. abhängig von der Auslegung der Betriebsstrategie des Hybridantriebs und der Dimensionierung seiner Komponenten ist, und daß die Kupplungen bzw. Bremsen mechanisch von der elektronischen Reglereinheit (CPU) gesteuert werden.

9. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1. bis 3. dadurch gekennzeichnet, daß eine konstante Achsübersetzung ins Langsame zwischen dem Abtrieb der Ankerwelle und den angetriebenen Rädern besteht, und daß diese Achsübersetzung von einem Zahnrad (5) oder einem Umlaufgetriebe (9) erbracht wird, das einen feststehenden Planetenradträger aufweist oder von einem Flüssigkeitsgetriebe.

10. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1. bis 4., dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der thermischen Kraftmaschine (1) und dem Erreger (3) des elektromechanischen Wandlers eine kontinuierlich variable Übersetzung in Form eines CVT-Umschlingungsgetriebes (2) oder eines anderen geeigneten mechanischen Getriebes besteht, und die Übersetzung und damit der Betriebsmodus des Wandlers als Motor oder Generator nach dem jeweiligen Ladezustand des elektrischen Speichers von der elektronischen Steuereinheit (CPU) in weiterer Abhängigkeit von der abgeforderten Antriebsleistung ausgerichtet wird.

11. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei konstanter Antriebsleistungsbedarf des Fahrzeugs der elektrische Speicher durch eine entsprechende Drehzahlabgabe am Abtrieb des CVT-Getriebes pulsweise vom elektromechanischen Wandler pendelnd geladung und entladen wird, so daß die Wärmekraftmaschine im Bestpunkt betrieben wird, bzw. in einem optimalen Betriebsbereich beruhigt, d. h. mit eingeschränkter Dynamik, läuft.

12. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere Anspruch 11., dadurch gekennzeichnet, daß bei einer drohenden Erschöpfung der Speicheraufnahmekapazität der Energiespeicher bevorzugt bei Beschleunigungen entleert wird, und/oder auf einen ausschließlich elektromotorischen Betrieb nach Anspruch 4. geschaltet wird, und/oder bei höheren Geschwindigkeiten auf einen direkten ausschließlich verbrennungsmotorischen Betrieb nach Anspruch 6. geschaltet wird, und daß diese Schaltungen und das Übersetzungsverhältnis des CVT-Getriebes (2) von der

elektronischen Steuereinheit (CPU) geregelt wird.

13. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1. bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Beschleunigen des Fahrzeugs bei gleichbleibender Drehzahl des Verbrennungsmotors (1) erfolgt, indem der Abtrieb des CVT-Umschlingungsgetriebes (2) verlangsamt wird, während gleichzeitig der elektromechanische Wandler beschleunigt wird, indem entweder die generatorische Induktion vermindert oder der elektromotorische Antrieb beschleunigt wird, wobei während dieses Vorgangs ein Umschalten des Wandlers vom Generatormodus in den Motormodus erfolgen kann, und daß dieser Vorgang von der elektronischen Steuereinheit (CPU) geregelt wird.

14. Hybridantrieb nach den Ansprüchen 1. bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verlangsamen des Fahrzeugs bei gleichbleibender Drehzahl des Verbrennungsmotors (1) erfolgt, indem der Abtrieb des CVT-Umschlingungsgetriebes (2) beschleunigt wird, während gleichzeitig der elektromechanische Wandler verlangsamt wird, indem entweder die generatorische Induktion verstärkt oder der elektromotorische Antrieb verlangsamt wird, wobei während dieses Vorgangs ein Umschalten des Wandlers vom Motormodus in den Generatormodus erfolgen kann, und daß dieser Vorgang von der elektronischen Steuereinheit (CPU) geregelt wird.

15. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtrieb des CVT-Getriebes (2) auf die Erreger (3a, b) von zwei elektromechanischen Wandlern wirkt, die jeweils mit konstanten Achsübersetzungen (9a, b) nach Anspruch 9 ausgestattet sind und die Räder einer Achse antreiben, und daß die elektronische Reglereinheit (CPU) bei Kurvenfahrten die elektromechanischen Wandler in der Art eines Differentials seitenabhängig regelt, wozu Sensoren regelrelevant sind, die die Radumdrehungen und den Lenkradeinschlag erfassen.

16. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen ohne Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtrieb des CVT-Getriebes (2) auf die Erreger (3a, b, c, d) von vier elektromechanischen Wandlern wirkt, die jeweils mit konstanten Achsübersetzungen (9a, b, c, d) nach Anspruch 9 ausgestattet sind und die Räder zweier Achse antreiben, und daß die elektronische Reglereinheit (CPU) bei Kurvenfahrten die elektromechanischen Wandler in der Art zweier Differentiale seitenabhängig regelt, wozu Sensoren regelrelevant sind, die den Fahrweg und den Lenkradeinschlag erfassen.

17. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere Anspruch 13. und 14., dadurch gekennzeichnet, daß in das Programm der Reglereinheit (CPU) fahrdynamische Regelungen integriert sind, die in der Art einer Antischlupfregelung beim Anfahren, eines Sperrdifferentials, einer Regelung instabiler Fahrzustände (ESP), einer Antiblockierbremsunterstützung und im Fall des Vierradantriebs in der Art einer Vierradlenkung wirken, indem das situationsabhängige Beschleunigen oder Verzögern der einzelnen elektronischen Wandler gesteuert wird, und daß geeignete Sensoren in das Regelsystem einbezogen werden, die Drehmomentsensoren am CVT-Getriebe, Lenkradeinschlagsensoren, Gaspedalsensoren, ABS-Sensoren, Gierwinkelsensoren, Querbeschleunigungssensoren sind.

18. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmekraftmaschine (1) die Möglichkeit einer Zylinderabschaltung

aufweist, und daß die Brennraumabschaltung von der elektronischen Steuereinheit (CPU) in der Weise im Sinne der Ansprüche 10. und 11. geregelt wird, daß die Verbrennungsmaschine (1) jeweils mit einem Brennraum arbeitet, der einen dem elektrischen Ladezustand und dem Leistungsbedarf des Fahrzeugs angepaßten Betrieb erlaubt und dabei jeweils den Teillastbetrieb der Wärmekraftmaschine vermeidet.

19. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere Anspruch 18. dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmekraftmaschine (1) ein Mehrscheibenwankelmotor (1a, 1b) ist, bei dem sich Arbeitskammern mittels Kupplungen (11) zuschalten lassen, so daß eine variable, von der Reglereinheit (CPU) geregelte Schaltung des Brennraumvolumens ermöglicht wird, ohne daß die inaktiven Drehkolben träge mitgedreht werden, und daß die Kupplung (11) entweder als Trennkupplung zwischen den Arbeitskammern angeordnet sind, oder als Lamellenkupplung (Überbrückungskupplung) außerhalb des Motorblockes angeordnet ist, wo sie eine Hohlwelle (15), die die Antriebswelle (Exenterwelle) einer Kammer (1a) ist, mit der Hauptwelle (16) einer weiteren Kammer (1b) koppelt, die innerhalb der Hohlwelle (15) gelagert ist.

20. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere Anspruch 18. und 19., dadurch gekennzeichnet, daß der elektromechanische Wandler als alleiniger Drehmomentwandler ohne weitere variables Getriebe arbeitet und direkt auf das konstant übersetzende Achsgetriebe (9) wirkt, und daß eine konstante Übersetzung zwischen dem Abtrieb der Wärmekraftmaschine und dem elektromechanischen Wandler besteht, und daß die elektronische Steuereinheit (CPU) den elektromechanischen Wandler und die Wärmekraftmaschine (1) und gegebenenfalls deren Brennraumvolumen regelt.

21. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen ohne Anspruch 20., insbesondere für den Fall, daß zwischen der Wärmekraftmaschine (1) und dem angetriebenen Erreger (3) eine konstante Übersetzung besteht, dadurch gekennzeichnet, daß der Abtrieb des elektromechanischen Wandlers auf ein automatisiertes Getriebe wirkt, und daß dieses Getriebe ein von der elektronischen Steuereinheit (CPU) schaltbares Planetenradgetriebe (25) sein kann, bei dem der elektromechanische Wandler anstelle des hydrodynamischen Wandlers tritt, in der Weise, daß der angetriebene Erreger (3) die Funktion des Pumpenrades und der Anker (3) die Funktionen des Turbinen- und Leitrades übernimmt, und daß eine schaltbare Überbrückungskupplung (7) zwischen Anker (4) und Erreger (3) besteht.

22. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmekraftmaschine (1) in einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführung ein Gasentspannungsmotor mit externem Druckaufbau ist.

23. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere Anspruch 21., dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmekraftmaschine mit externem Druckaufbau einem Rootsverdichter oder anderen drehenden Verdichtern entspricht, bei dem Einlaß- und Auslaßventile vertauscht angeordnet worden sind.

24. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere Anspruch 21., dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmekraftmaschine mit externem Druckaufbau einem Wankelverdichter entspricht, bei dem Einlaß- und Auslaßventile vertauscht angeordnet worden sind, und daß der Wankelverdichter mehrschei-

big aufgebaut ist, und daß ein Expandieren des antreibenden Gases bei einem mehrscheibigen Aufbau der Maschine erfolgen kann, indem das Gas dergestalt kaskadenartig entspannt, daß in der nachfolgenden Arbeitskammer die in einer ersten Arbeitskammer vorentspannten Gase weiter expandieren, wobei die Drehkolben unterschiedlich abgestuft übersetzt auf die Antriebswelle angreifen, so daß ein Rückstau die Rotation verlangsamt.

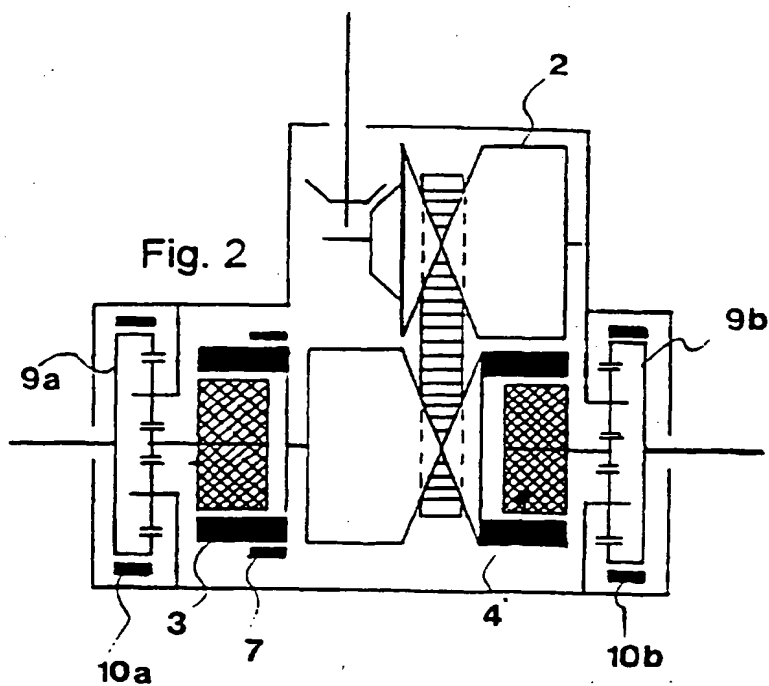
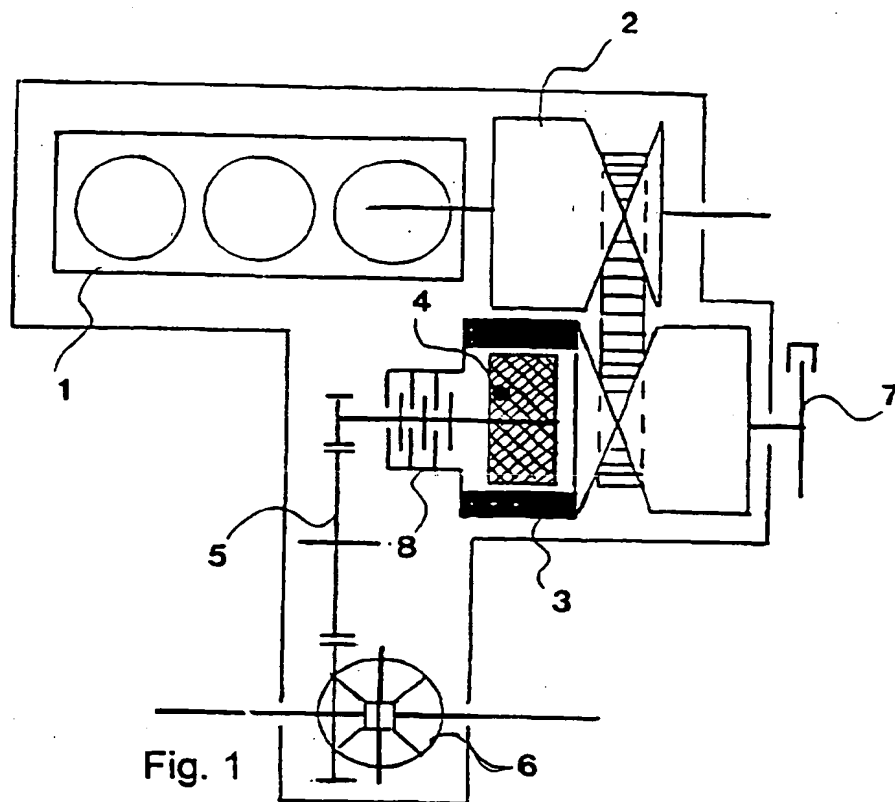
25. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmekraftmaschine (1) eine Turbine mit Wellenleistung ist, und daß die Turbine eine Dampfturbine mit externem Druckaufbau oder eine Gasturbine mit interner Verbrennung ist, und daß die Turbinen pulsweise pendelnd betrieben werden und über eine Übersetzung ins Langsame den Erreger (3) antreiben, der dann schneller als der Anker (4) des im Generatormodus betriebenen Wandlers läuft und an einer Schwungscheibe (23) mit größerer Schwungmasse fest sein kann, und daß der Teillastbetrieb der Turbine verringert wird, indem das Anfahren der Turbine elektromotorisch unterstützt wird.

26. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere dem Anspruch 22., dadurch gekennzeichnet, daß der Treibstoff des Gasentspannungsmotors Wasserstoffperoxid (H_2O_2) in einer wässrigen Lösung ist, das durch Katalyse mit geeigneten Katalysatoren wie z. B. Kaliumpermanganat, Alkalien, Schwermetallen, Jodiden zu Sauerstoff und Wasserdampf unter Entwicklung von Gasdruck und Wärme zerfällt.

27. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere dem Anspruch 26., dadurch gekennzeichnet, daß der Treibstoff ein Zweikomponentengemisch aus Wasserstoffperoxid und Kohlenwasserstoffen ist, die getrennt mitgeführt werden, und daß zunächst Wasserstoffperoxid katalytisch in eine Brennkammer (21) ausgast und die Kohlenwasserstoffverbindung in die Brennkammer (21) eingespritzt wird und an den freien Sauerstoffatomen in der heißen Gasatmosphäre oxidiert, und daß die Brenngasbildung für den Druckaufbau bei einem Gasentspannungsmotor mit externer Verbrennung und/oder für die Injektion in expandierende Arbeitsräume von Wärmekraftmaschinen mit interner Verbrennung genutzt wird.

28. Hybridantrieb nach den vorangestellten Ansprüchen und insbesondere dem Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas in eine geeignete Kältemaschine (24) geleitet wird, die bspw. eine Kraftwärmemaschine nach dem Prinzip der Dampfstrahlkältemaschine ist und zur Motorkühlung verwendet wird, und daß aus dem Dampfkondensat Partikel aus der Kohlenwasserstoffverbrennung mittels eines Filters abseidbar sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

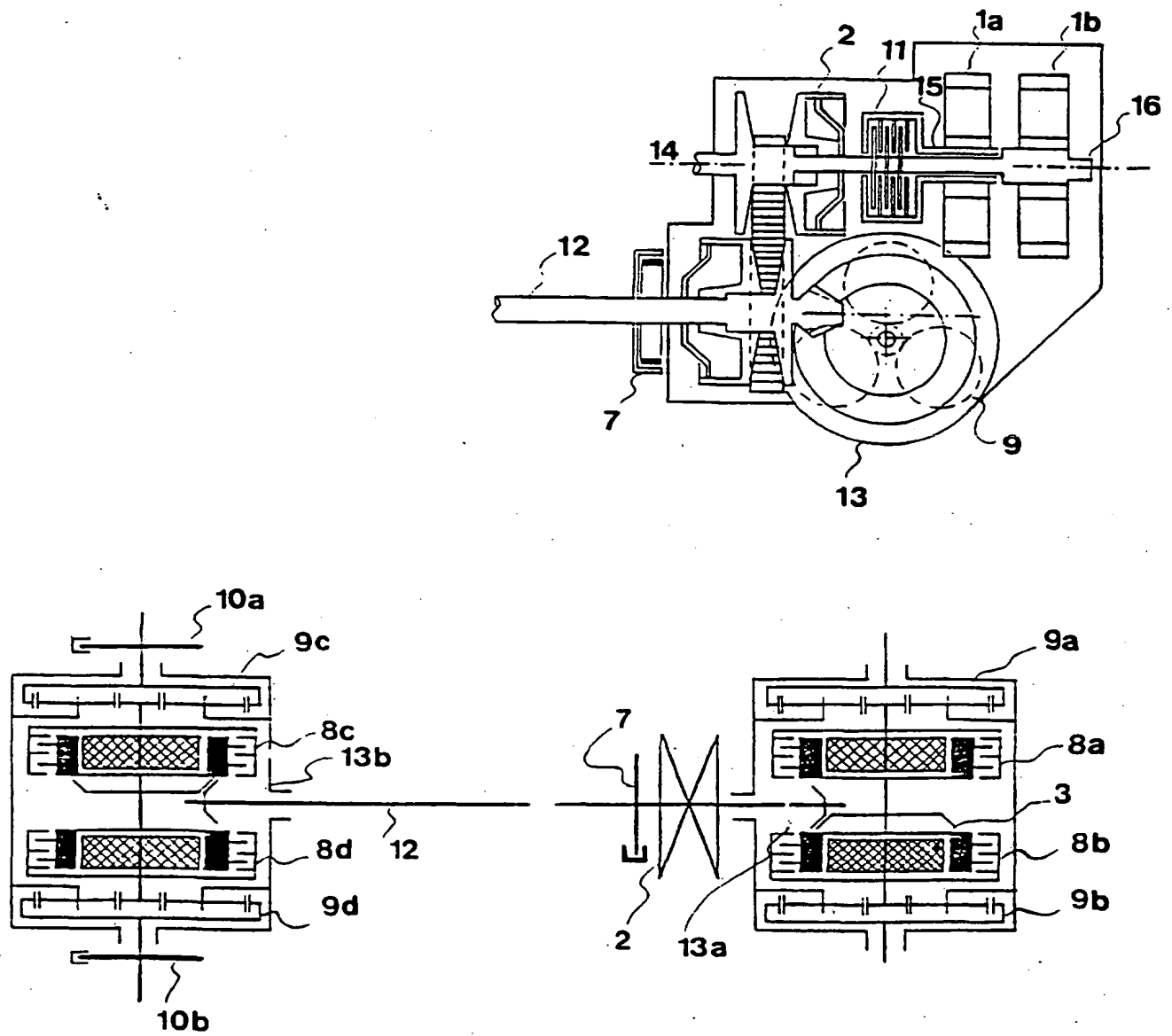


Fig. 3

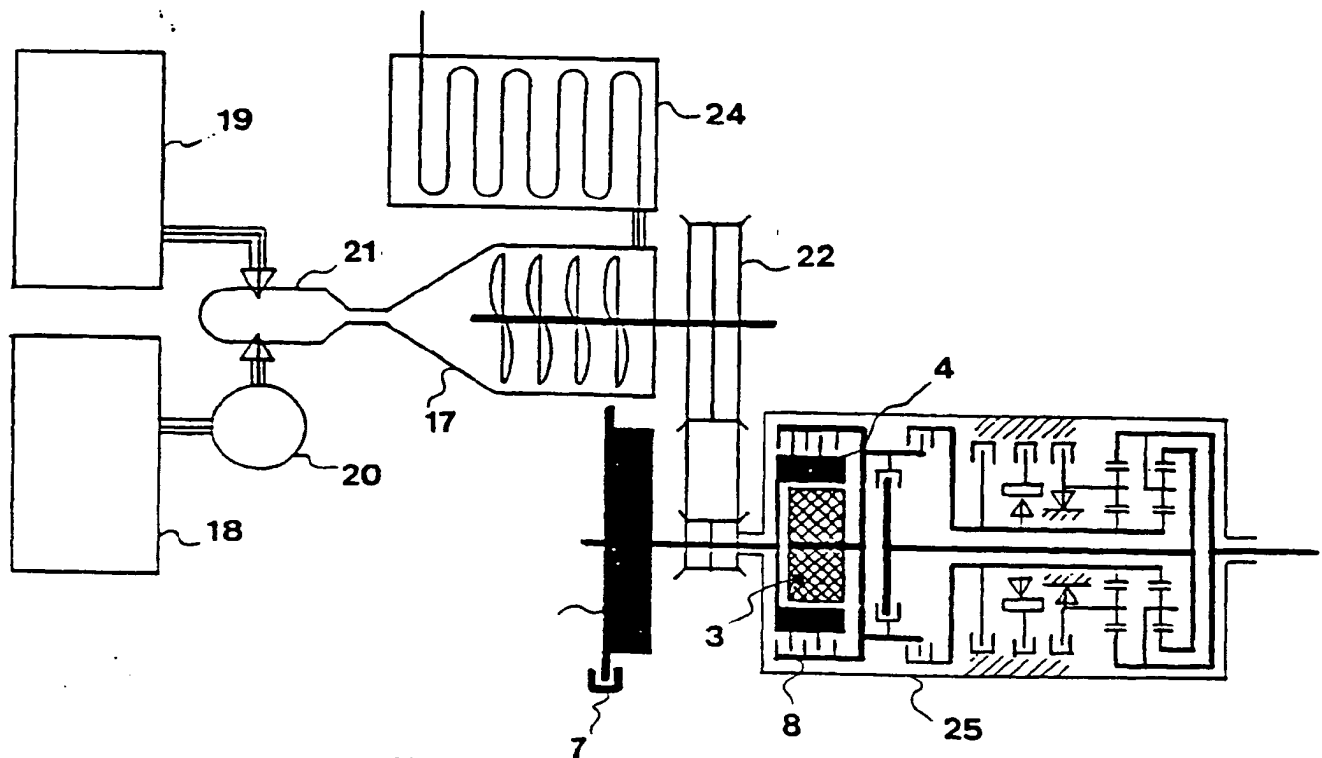


Fig. 4